

合作社模式應用於臺灣社區風電可行及其推動策略研究

張鼎煥^{1*} 陳冠宇² 李方琪³ 徐傑輝² 胡斯遠⁴ 呂威賢⁵

摘要

臺灣地狹人稠以致風力資源開發易因低頻噪音、葉片炫影或公安意外等造成鄰避問題，社區風電乃經由當地居民參與解決鄰避問題可能引發的抗爭。本文定義社區風電係由風力開發業者、社區居民及其利害關係人合資或由社區居民及其利害關係人獨資之電業，研究發現採合作社模式始得限制股份轉讓鎖定社區居民及其利害關係人長期共利關係，惟風力開發業者如屬營利性質，不得為合作社社員，得以委託營運方式參與社區風電。此外，因合作社模式期間投資報酬較公司模式低，故建議政府推動社區風電宜提高財務誘因、加強宣導推廣、提供行政支援與增加融資管道，亦給予土地所有權或按鄰避距離不同權益比例較能鼓勵參與。此外，本文雖建議臺灣社區風電採合作社模式推廣，但推廣初期毋論公司模式或合作社模式皆有助風力發電市場多元化參與，公司模式如由風力開發業者發起募資參與社區風電，則建議發行債務憑證由社區居民及其利害關係人認購獲得固定收益之報酬方式較佳。本研究除做為臺灣社區風電推動可行及其推動策略參考，另得應用於離岸風力發電漁業權補償機制，擴及其他再生能源。

關鍵詞：再生能源、風力、社區風電、合作社、財務評估

1. 前言

傳統經濟學追求經濟成長而忽略地球資源與環境的承載能力，以致工業化過程大量消費化石能源(fossil fuel)，排放溫室氣體(green house gas, GHG)，產生氣候變遷(climate change)之環境威脅。彙總全球因應氣候變遷策略主要乃再生能源(renewable energy)、核能(nuclear)、能源效率(energy efficiency)與碳捕獲封存(carbon dioxide recycling capturing, utilization, disposal/storage)等策略(Gessinger, 1997)。再生能源如

太陽能(solar energy)、風力(wind power)、水力(hydropower)、地熱能(geothermal)、生質能(biomass)與海洋能(marine energy)等6種，其中風力發電因其技術成熟且商轉具規模經濟效益，成為各國重點發展項目。

臺灣風力資源秉賦優異，其風力發電具體政策規劃始自1998年「第一次全國能源會議」，會中研擬未來長期能源政策，策略指導以能源多元化分散能源供應風險，又因應全球溫室氣體管制趨勢，積極推廣再生能源於2020年須占能源總供給比例1%至3%。對此經濟部

¹明道大學財務金融學系 副教授

²工業技術研究院綠能與環境研究所 研究員

³工研院綠能所 助理管理師

⁴工研院綠能所 資深工程師

⁵工研院綠能所 資深工程師兼經理

*通訊作者, 電話: 04-8876660分機7714, E-mail: ctingh@gmail.com

收到日期: 2014年12月10日

修正日期: 2015年04月20日

接受日期: 2015年05月11日

能源委員會¹會後邀請專家學者組成新能源及淨潔能源研究開發推動小組，1999年提出「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」，規劃風能發展策略分為示範階段、推廣階段與普及階段(經濟部能源委員會，1999)，茲分述各階段策略如下：

(1) 示範階段(1999~2004)：

- (A) 藉由示範風力電廠實際運轉，驗證臺灣本島風力發電之可行，建立電廠構建與維運技術，發揮教育功能，建立國人信心；
- (B) 引進商業化風力機技術，扶植建立國內風力發電產業，以降低成本提高經濟效益；
- (C) 進行風力發電場址勘察與評選，供未來推廣與普及設置之參考。

(2) 推廣階段(2005~2010)：藉由政策激勵措施達到推廣目標，策略上除擴大陸域(on shore)風力電廠的推廣應用外，引進離岸(offshore)風力電廠技術。

(3) 普及階段(2011~2020)：藉由政府宣導與部分激勵措施達到普及應用，策略上擴大離岸式風力發電。

其後臺灣風力發電陸續籌設、施工、商轉之際，2011年正式啟動「千架海陸風力機」推廣計畫。具體以先開發陸域風場，再擴展離岸海域風場，表1表列計畫推動時程目標，規劃於2030年完成設置風力機1,050部、總裝置容量4,200 MW的目標。其中2020年完成陸域設置風力機450部、總裝置容量1,200 MW；2015年至

2030年完成海域設置風力機600部、總裝置容量3,000 MW。

然而風力發電期初設置成本高，雖然2009年7月8日「再生能源發展條例」公布施行，立法明訂20年固定電價保證躉購再生能源電能義務(feed-in-tariffs, FIT)之投資誘因，但是風力開發業者普遍資本額低，風力發電不穩定隱含現金流量波動風險，故長期資本融資不易；且臺灣地狹人稠，沿海公有保安林地場址或台灣電力股份有限公司既設電廠場址多已開發，須往內陸私有土地場址開發次級風場。然而陸域風力發電因其低頻噪音、葉片炫影或公共安全等鄰避(not-in-my-backyard, NIMBY)問題，經常面臨當地居民抗爭，延宕開發計畫。以往風力發電業者為解決鄰避問題多提撥睦鄰回饋基金，透過地方政府或社區發展協會做為地方或社區建設與活動補助，未能直接回饋社區居民及其利害關係人(stakeholder)，故其效果有限。

上世紀末以來國外興起社區風電(community wind power)的觀念，特別是經由合作社(cooperative)模式投入再生能源開發計畫成功案例越來越普遍，由社區居民及其利害關係人直接參與風場規劃、選址、開發、營運與就業，最終分享售電利潤，適足以吸引民間投資，降低風力發電開發的反對聲浪。依據「國際合作社聯盟」(International Co-operative Alliance, ICA)定義合作社乃個人自願參與，基於共同的經濟、社會與文化需要共同擁有且民主控制的自治組織，而合作社本身包含7項核心原則與價值即(1)自願且開放會員加入；(2)民主

表1 「千架海陸風力機」計畫推動時程目標

年度	2010	2015	2020	2025	2030
陸域風力(MW)	519(268)	866(350)	1,200(450)	1,200(450)	1,200(450)
海域風力(MW)	0	>15(4)	600(120)	1,800(360)	3,000(600)
小計	519(268)	881(354)	1,800(570)	3,000(810)	4,200(1,050)

註：(.)表示機組數。

資料來源：工業技術研究院，千架海陸風力機風力資訊整合平台，網址：<http://wind.itri.org.tw/>。

¹經濟部能源委員會成立於1979年11月1日，2004年7月1日經濟部能源局成立取代其功能。

的會員管理；(3)會員的經濟參與；(4)自治與獨立；(5)教育、訓練與資訊；(6)互助；(7)關心社區(群)。此外，合作社有別於企業組織在於沒有外部投資人亦不屬於單一個人或會員所有，也不是非營利組織，其商業活動本於社會價值與倫理原則，商業行為亦涵蓋公用事業如通訊、水、電等(ICA, 2014)。

關於合作社模式應用於再生能源計畫，Rogers (2003)指出，合作社為發展再生能源會試圖影響會員的行為，甚至改變使用傳統化石能源習慣，新的行為模式也會影響朋友、同事、家人產生社會擴散效應。Subbarao and Lloyd (2011)研究甚至建議，成功的再生能源計畫應採合作社模式而非只想賺錢的企業經營模式。Viardot (2013)則指出，合作社模式用於再生能源需要創造安全的投資環境，移除大部分外部投資人的關切，且再生能源涉及新技術觀念，需要教育溝通破除障礙。表2依據Viardot (2013)表列合作社模式應用於再生能源開發計畫及其型態為：

(1) **Start-up**：合作社假定非營利型態，再生能源計畫被用來教育與動員社區，管理屬志願性質。

(2) **Community scale developer**：合作社既是假定非營利本身也附加創造利潤，或有外部參與者加入協助規劃、設置、出資再生能源計畫，管理屬支付雇用。

(3) **Mature cooperative**：合作社既是假定非營利本身也附加創造利潤，亦扮演社區教育與諮詢角色，管理屬鼓勵社區參與。

故經由合作社投入再生能源開發計畫，其經營績效較企業組織佳，且產生提高對再生能源技術或消費的支持與降低對傳統能源消費的社會擴散效應。

本研究另從表2選取較早成立之丹麥哥本哈根Middelgrunden Wind Turbine Cooperative與較晚成立之加拿大安大略省之Barrie Windcatchers Cooperative，簡介合作社模式應用於社區風電個案：

(1) Middelgrunden Wind Turbine Cooperative

Middelgrunden Wind Turbine Cooperative (Middelgrundens Vindmøllelaug)成立於1996年，設置20部單機2 MW離岸風力發電機，總裝置容量40 MW，總投資金額4,490萬歐元(Sørensen *et al.*, 2002)，於2000年商轉，系統可靠度達99% (Svenson and Larsen, 2008)，購

表2 合作社模型應用於再生能源開發計畫及其型態

合作社名稱	地點	創始年	型態
Barrie Windcatchers	Ontario, Canada	2009	Start-up
Countryside Energy Co-op Inc	Ontario, Canada	2005	Start-up
Eneryg4All	Cumbria, England	2002	Start-up
LIFE Cooperative	Ontario, Canada	2008	Start-up
Middelgrunden Wind Turbine Cooperative	Copenhagen, Denmark	1996	Start-up
Power Up R.E. Co-op	Ontario, Canada	2005	Community scale developer
Superior R.E. Co-op	Ontario, Canada	2002	Community scale developer
Sustainable Ottawa Community Energy Cooperative	Ontario, Canada	2007	Mature cooperative
Toronto Renewable Energy Cooperative	Ontario, Canada	1999	Mature cooperative

資料來源：Viardot (2013)。

電合約(power purchase agreement, PPA)長達20年，其中半數股份由超過5,000位社區居民及其利害關係人所成立的合作社共同持有其中編號第11至20號機組，另半數股份由當地公用事業Københavnns Energi A/S持有其中編號第1至10號機組，每股表彰持有1/40500的所有權，盈餘按持股比例分配共享。

(2) Barrie Windcatchers Cooperative

加拿大已有71個電力合作社，其中風力發電有16個，安大略省因制定「綠色能源與綠色經濟法」(Ontario's the Green Energy and Green Economy Act, GEA)提供優惠的固定電價收購制度(feed-in-tariff, FIT)與「合作社法」(The Co-operative Corporations Act, CCA)，促成再生能源電力合作社蓬勃發展。其中Barrie Windcatchers Cooperative成立於2009年，由社區居民及其利害關係人基於響應節能減碳集資25,000美元成立社區電力基金，其後轉型成合作社出資20美元即可入社投資，百分之百由地區居民集資設置1部單機2 MW陸域風力發電機。

臺灣澎湖縣則因其豐沛的風力資源，自2011年起展開為期5年的「澎湖縣低碳示範島計畫」，此計畫以島嶼永續發展為目標，其中風力發電為兼顧能源、生態、經濟平衡發展的最主要策略項目。澎湖縣政府為推動社區風電由該政府做為澎湖能源科技股份有限公司(以下簡稱澎能公司)發起人之一，又為強化澎能公司營運管理的績效定位屬民營公司，澎湖縣政府持股以不超過49%為原則，又保障風場地主及社區居民權益，澎湖縣政府及其鄉市公所、風場地主及社區居民之合計持股以超過50%為原則。主要股東分為四類即澎湖縣政府及其鄉市公所、風場地主及社區居民、技術廠商與一般投資者(設籍澎湖縣者優先)。

澎能公司第一期將投資成立大赤崁5部2 MW機組、龍門7部2 MW機組，合計24 MW風機，總投資金額18.0億元，資本結構規劃股東募資6.0億元與銀行融資12.0億元，其中股東募

資預定由澎湖縣政府及其鄉市公所、社區居民出資約1.5億元、技術廠商出資4.5億元。此社區風電合作模式中必須有20%之特別股股權回饋澎湖縣政府及其鄉市公所、風場地主及社區居民：

- (1) 風場地主回饋：風機半徑300M 內之土地所有權人得以其土地供澎能公司或其子公司之風力發電機具設備及相關設施以利風力發電運轉之用，每平方米土地面積配發10股特別股，地主同時可優先以面額認購澎能公司對等股數之普通股，原土地所有權人仍繼續擁有土地所有權，但應設定不動產地役權予公司。
- (2) 社區居民回饋：風機半徑1,500公尺內之社區設籍居民，可優先以面額認購澎能公司上限5,000股普通股，為獎勵社區設籍居民認購，認購普通股者將配發等股數之特別股。
- (3) 其他居民回饋：20%回饋地方股權，扣除前述風場地主回饋與社區居民回饋部分後，剩餘部分由澎湖縣政府及其鄉市公所承接。澎湖縣政府及其鄉市公所再將股利所得提供相當比例，辦理社會福利及地方產業發展基金回饋其他設籍居民。

特別股金額為零(零出資)，其分派股息、公司賸餘財產、股東行使表決權之順序皆同普通股，另維持特別股與普通股比例為一比四，當普通股增資時特別股自動依比率分派特別股股票股利。

綜合前述於本文定義社區風電乃由風力開發業者、社區居民及其利害關係人合資或由社區居民及其利害關係人獨資之電業。經由非營利組織之合作社模式與營利組織之公司模式比較，研究臺灣現行合作社法令制度應用於社區風電之可行及其推動策略，探討未來國內風場開發所面臨瓶頸解決途徑，提供政府研擬規劃再生能源發展政策，以及風力開發業者、社區居民及其利害關係人投資風力市場之參考。

本文共分為五部分，第一部分即前言；第二部分分析公司模式與合作社模式應用於社區風

電之優缺點；第三部分比較公司模式與合作社模式應用於風力發電財務可行性評估；第四部分未來合作社模式應用於社區風電推動策略；第五部分即本文之結論。

2. 公司模式與合作社模式應用於社區風電

本研究定義社區風電乃由風力開發業者、社區居民及其利害關係人合資或由社區居民及其利害關係人獨資之電業。從資本結構即依據資產負債表(balance sheet)乃資產等於負債加股東權益之恆等關係，意即社區風電資產係由負債與股東權益等資本構成，分別向債權人與股東募集資金。本節從風力開發業者向社區居民及其利害關係人發起募資的觀點，探討發行債務憑證或權益證券之優缺點。

2.1 風力開發業者發起募資參與社區風電

風力開發業者發起募資參與，即由風力開發業者擔任發起人成立籌備處，依據「電業法」申請電業權，對社區居民及其利害關係人經由發行債務憑證(債券)如公司債或發行權益證券(股票)如普通股、特別股，讓社區居民及其利害關係人投資參與社區風電，共享經營利

潤。

表3表列社區風電由風力開發業者發行債務憑證之優缺點分析，雖然股東與債權人之間存在代理問題(agency problem)，意即債權人收益固定，而股東追求報酬極大化，因此債權人希望降低營運風險，反對風險性投資。對風力開發業者而言，因僅須定期還本付息，得以提高財務槓桿產生稅盾效益(tax shields)，極大化股東權益，且經營決策較不受社區居民及其利害關係人干擾。此外，雖然定期還本付息，有利現金流量規劃，降低營運風險，但是如無法定期還本付息，債權人得聲請破產清算重整，惟資金成本(capital costs)較發行權益證券低。

對社區居民及其利害關係人而言，因定期獲得利息與本金，投資風險較小，故投資報酬率較低；此外，經營管理本身資訊不對稱的影響較小，較毋須費心瞭解營運狀況；又或有因債務憑證次級市場(secondary market)交易產生資本利得，但存在利率、信用、再投資、購買力等風險。

表4則表列社區風電由風力開發業者發行權益證券之優缺點分析，對風力開發業者而言，因社區居民及其利害關係人享有股利分配權，產生代理問題以致降低經營意願，影響經營績效，且經營決策受社區居民及其利害關係人干擾，惟營運風險得分散至社區居民及其利

表3 社區風電由風力開發業者發行債務憑證之優缺點分析

發行債務憑證	風力開發業者	社區居民及其利害關係人
優點	1. 經由財務槓桿產生稅盾效益，極大化股東權益； 2. 定期還本付息，有利現金流量規劃，降低營運風險； 3. 經營決策較不受社區居民及其利害關係人干擾； 4. 資金成本較低。	1. 定期獲得利息與本金，投資風險較小； 2. 資訊不對稱的影響較小，較毋須瞭解營運狀況； 3. 或有因債務憑證次級市場交易產生資本利得。
缺點	無法定期還本付息，債權人得聲請破產清算重整。	1. 存在利率、信用、再投資、購買力等風險； 2. 投資報酬率較低。

(本研究整理)

表4 社區風電由風力開發業者發行權益證券之優缺點分析

發行權益證券	風力開發業者	社區居民及其利害關係人
優點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無定期還本付息壓力； 2. 營運風險分散至社區居民及其利害關係人； 3. 資產清算僅賸餘財產分配權之有限責任。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 享股利分配權； 2. 享參與公司經營權； 3. 或有因權益證券次級市場轉讓產生資本利得。
缺點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 因社區居民及其利害關係人享有股利分配權，產生代理問題以致降低經營意願與經營績效； 2. 無法經由財務槓桿產生稅盾效益，極大化股東權益； 3. 經營決策受社區居民及其利害關係人干擾； 4. 資金成本較高。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 資訊不對稱的影響較大，以致社區居民及其利害關係人不易掌握營運狀況。 2. 存在稅後淨利與股利政策影響導致股利波動風險。 3. 因代理問題產生代理成本，即業者營業費用難以控管，營業費用偏高降低稅後淨利。 4. 資產清算僅賸餘財產分配權

(本研究整理)

害關係人；此外，雖然無定期還本付息壓力，僅負資產清算僅賸餘財產分配權之有限責任，但是亦無法經由財務槓桿產生稅盾效益，極大化股東權益，且資金成本較發行債務憑證高。

對社區居民及其利害關係人而言，雖然享股利分配權與參與公司經營權，又或有因權益證券次級市場交易產生資本利得，但是稅後淨利與股利政策影響導致股利波動，投資風險較大；此外，因代理問題產生代理成本，即業者營業費用難以控管，營業費用偏高降低稅後淨利，故經營管理本身資訊不對稱的影響較大，須費心瞭解營運狀況，而資產清算僅賸餘財產分配權。

綜合前述乃因存在代理問題，又假定社區居民及其利害關係人不具備風力發電專業且無暇參與公司營業、投資與融資活動，以致存在資訊不對稱問題，雖然社區居民及其利害關係人所認購之權益證券因次級市場交易而獲得資本利得，但是追求股價極大化可能專注於股價表現與業外投資與融資活動收益，反而忽略自身營業活動經營，股價波動異常也易引起社會不當觀感；但若為公開發行公司則依據「證券交易法」訂有諸多監理機制相關法令，透明度較高。又風力發電屬專案融資，故股權分散至

非專業投資人，可能降低銀行授信意願，是以建議由風力開發業者發起募資參與社區風電，採發行債務憑證由社區居民及其利害關係人認購獲得固定收益之報酬方式較佳。

此外，毋論權益證券或債務憑證共通的缺點乃雖然初級市場(primary market)私募發行得限縮投資人為社區居民及其利害關係人，然而風力發電為營運期間長達20年，依據「公司法」第163條規定公司股份之轉讓，不得以章程禁止或限制，意即社區居民及其利害關係人或有遷入遷出，無法強制轉讓其權利，又如原地主認購權益證券後，如土地轉手至新地主，但權益證券未一併轉讓，亦或社區居民及其利害關係人認購權益證券後予以轉讓非社區居民及其利害關係人，皆喪失社區風電的意義，不易鎖定社區居民及其利害關係人長期共利關係。

2.2 社區居民及其利害關係人發起募資參與社區風電

就社區居民及其利害關係人發起募資參與，即由社區居民及其利害關係人成立籌備處，依據「電業法」申請電業權，然而為鎖定社區風電由社區居民及其利害關係人參與，不受前揭債務憑證或權益證券轉讓之問題，依據

「合作社法」第9條、第9之1條與第14條規定合作社章程應登記社員資格及入社、退社、除名之規定，且願入社者應有社員二人以上之介紹或直接以書面請求，經理事會之同意，並報告社員大會。意即得藉此合作社章程限制社員資格，鎖定社區居民及其利害關係人長期共利關係，符合本研究社區風電定義。

是以由社區居民及其利害關係人發起募資參與社區風電，建議成立合作社發行社股，由社區居民及其利害關係人認購²。然而依據「合作社法」第12條規定因限定法人之社員資格須屬非營利性質，故屬營利性質之風力開發業者不得擔任合作社社員。如社區居民及其利害關係人不具備風力發電專業，得經由招標或委託興建營運的方式經營風場，支付固定運轉維護費用或一定比例電能躉售收入予風力開發業者。

合作社依據「合作社法」第1條規定乃依平等原則，在互助組織之基礎上，以共同經營方法謀社員經濟之利益與生活之改善，而其社員人數及股金總額均可變動之團體。同法第2條與第2之1條規定為法人，其主管機關雖為中央內政部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。但其目的事業，應受各該事業之主管機關指導及監督。社區風電其目的事業主管機關為經濟部。

又依據「合作社法」第16條規定，社股金額每股至少新臺幣6元，至多新臺幣150元，在同一社內，必須一律。有關盈餘分配，同法第22條規定，社股年息，不得過一分(10%)，無盈餘時，不得發息。第23條規定，合作社盈餘，除彌補累積損失及付息外，應提10%以上為公積金，5%以上為公益金，10%為理事、事務員及技術員酬勞金。第24條第2項規定前述盈餘分配後餘額，經提出社員大會決議不予分配時，得移充社員增認股金或撥作公積金。是以關於土地所有權人權益得以承租租金納入運維成

本，亦或地主得列為合作社理事、事務員及技術員享盈餘10%酬金的分配。

稅賦方面雖然「合作社法」第7條規定，合作社得免徵所得稅及營業稅，享有賦稅優惠得以提高社區居民及其利害關係人之利益，但是依據「所得稅法」第4條第1項規定，依法經營不對外營業消費合作社之盈餘，始得免納所得稅，故依據現行法令，社區風電由電業躉購再生能源電能之性質仍屬對外營業，故稅前淨利須繳納17%所得稅。

合作社模式應用於社區風電得以長期鎖定社區風電由社區居民及其利害關係人，且現行法令完備毋須進行修正即具操作性；合作社模式經由教育溝通過程對再生能源推廣具社會擴散效益，惟社股無法於次級市場交易因而獲得資本利得，又營利性質之風力發電業者不得為合作社社員。

3. 合作社模式應用於風力發電財務可行性

合作社模式應用於風力發電財務可行性評估係依據前述「合作社法」相關法令，參照2014年「再生能源電能躉購費率審定委員會」所用參數，彙總風力發電有關參數設定如下：

- (1) 期初設置成本：陸域風力未安裝LVRT (低電壓穿越，low voltage ride through, LVRT) 56,700元/kW；陸域風力安裝LVRT 57,700元/kW。
- (2) 年運維維護費占期初設置成本比例：陸域風力未安裝LVRT 2.81%；陸域風力安裝LVRT 2.76%。
- (3) 躉購費率：陸域風力未安裝LVRT 2.6元/度；陸域風力安裝LVRT 2.6338元/度。
- (4) 年售電量：2,400度/kW。
- (5) 經濟壽期：20年。
- (6) 折舊年數：9年(按兩年加速折舊)。

²合作社參與再生能源開發計畫，亦有類似法源依據，如依據「離島供電營運虧損補助辦法」第2條規定離島供電營運虧損補助對象，以經中央電業主管機關核准經營之當地電業或縣(市)政府核准之電力合作社為限。

(7) 融資成數：82%。

(8) 融資利率：3.29%。

(9) 融資期間：9年。

此外，公司模式財務有關參數設定如下：

(1) 每股面額：10元/股。

(2) 法定保留盈餘：10%。

(3) 特別保留盈餘：0%。

(4) 所得稅：17%。

合作社模式財務有關參數設定如下：

(1) 每股股金：10元/股。

(2) 公積金占盈餘比例：10%。

(3) 公益金占盈餘比例：5%。

(4) 酬金占盈餘比例：10%。

(5) 社股年息：10%。

(6) 所得稅：17%。

是以比較公司模式與合作社模式財務有關參數設定不同之處如下：

(1) 公司模式無公積金占盈餘比例10%，但增列法定保留盈餘占盈餘比例10%。

(2) 公司模式無公益金占盈餘比例5%。

(3) 公司模式無酬金占盈餘比例10%，但增列董監事酬勞與員工分紅占盈餘比例10%。

(4) 公司模式無社股年息10%，但增列配息率100%，即全數配發現金股利。

本研究以1 kW為基礎進行試算，利用淨現值法(net present value method, NPV)、內部報酬率法(internal rate of return method, IRR)與回收

期間法(payback period method)，其中淨現值法乃考慮貨幣時間價值，又稱為現金流量折現法(discounted cash flow method)，未來每期收支相抵之現金流量折現值總和與期初投資金額相減即為淨現值，其涵義為未來每期現金流量以資金成本(必要報酬率)或預期報酬率即折現率，折現回期初資本預算決策時點，減去期初投入金額，倘若淨現值為正值時表示可以接受該投資計畫，反之則否。內部報酬率法乃假定未來每期收支相抵之現金流量折現值總和與期初投資金額相等，即淨現值為零之折現率，內部報酬率法說明未來平均每期所獲得報酬，倘若內部報酬率高於資金成本(必要報酬率)或預期報酬率表示可以接受該投資計畫，反之則否。回收期間法則未考量貨幣時間價值，以累積未來每期收支相抵之現金流量與期初投資金額相等以期數表示，回收期間越短意即回收期初投資金額速度越快，表示越可以接受該投資計畫。

表5表列公司模式與合作社模式社區風電財務分析顯示，第一，陸域風力未安裝與安裝LVRT財務分析差異不大，故建議「再生能源電能躉購費率審定委員會」宜研究予以兩者較明顯差異躉購費率，達到鼓勵風力發電安裝LVRT之目的；第二，淨現值皆小於0，且內部報酬率皆低於資金成本3.29%，表示不值得投資，回收期間則皆約15.67年。究其原因乃考量利息支出與所得稅支出所致，若未考量此兩項費用，

表5 公司模式與合作社模式社區風電財務分析

	公司模式		合作社模式	
	未安裝LVRT	安裝LVRT	未安裝LVRT	安裝LVRT
淨現值(元)	-4,123	-4,197	-4,123	-4,197
內部報酬率(%)	2.51	2.51	2.51	2.51
回收期間(年)	15.67	15.67	15.67	15.67
發電成本(元/度)	2.25	2.28	2.25	2.28
總收益(元)	50,846	51,742	48,021	48,867
每股收益(元/股)	39.82	39.82	37.05	37.05
總投資報酬率(%)	398.20	398.19	370.52	370.51

(本研究整理)

則內部報酬率皆為5.25%；第三，合作社模式較公司模式單位投資收益低，究其原因乃合作社模式較公司模式增加稅後淨利提撥5%公益金支出所致。

以未安裝LVRT下試算社區居民及其利害關係人所關心投資收益與盈餘發放，即每1 kW以每股10元發行1,021股籌資。公司模式下，投資第4年即可產生盈餘發放股利，配息率100%意即盈餘全數發放現金股利，圖1表示社區風電公司模式盈餘發放採配息未配股之每年現金股利，20年期間累積發放現金股利45,196元，期滿保留盈餘為5,650元，清算每股返還5.54元，又參照表5顯示投資總收益即累積發放現金股利加上期滿保留盈餘為50,846元，每股合計領取39.82元，總投資報酬率398.20%。

合作社模式下，投資第4年即可產生盈餘

發放股利，股利政策採配股配息與配息未配股等兩種方式，依據「合作社法」第22條規定，社股年息，不得超過10%，無盈餘時，不得發息。是以圖2為社區風電合作社模式盈餘發放採配股配息或配息未配股之每年現金股利，配股配息之股利政策每年因配股以致現金股利發放數逐年上升，20年期間累積發放現金股利28,040元，期滿累積公積金為19,981元，清算每股返還8.14元；配息未配股之股利政策因未配股以致現金股利固定，20年期間累積發放現金股利16,351元，期滿累積公積金為31,670元，清算每股返還31.03元，又參照表5顯示投資總收益即累積發放現金股利加上期滿累積公積金為48,021元，每股合計領取37.05元，總投資報酬率370.52%。雖然採取任意股利政策總收益相同，但是考量通貨膨脹之購買力風險，且社區

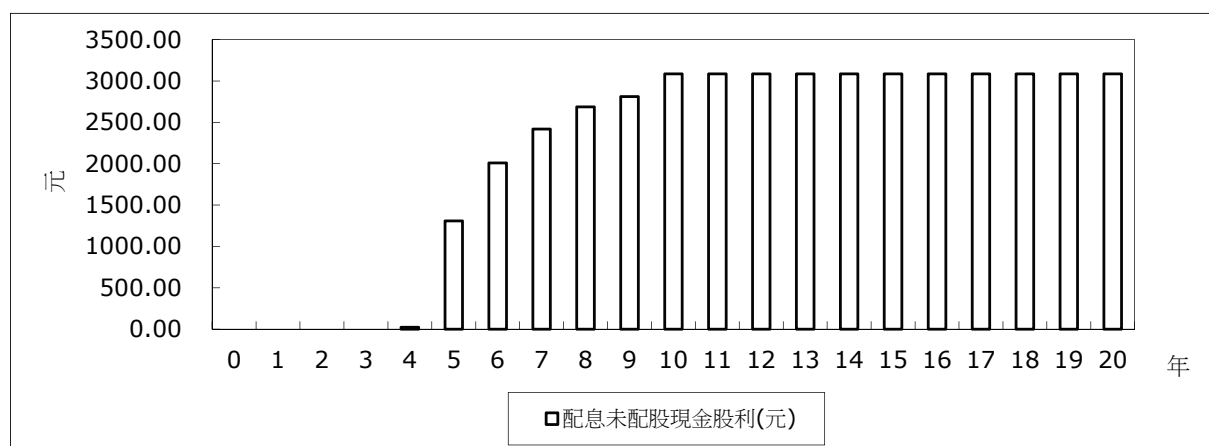


圖1 社區風電公司模式盈餘發放股利政策之現金股利(本研究繪製)

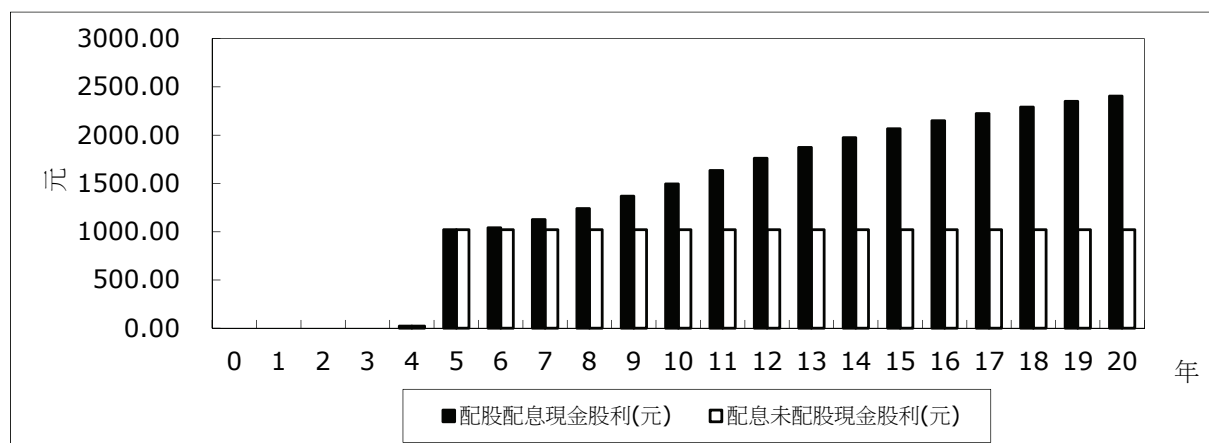


圖2 社區風電合作社模式盈餘發放股利政策之現金股利(本研究繪製)

居民及其利害關係人理應期望加快投資回收，故盈餘發放宜採配股配息之股利政策。

又如合作社模式應用於社區風電得免徵所得稅，則如表6表列社區風電合作社模式免徵所得稅財務分析，對照表5顯示陸域風力未安裝與安裝LVRT財務分析差異同樣不大，但毋論未安裝與安裝LVRT淨現值皆大於0表示具投資效益，內部報酬率皆為3.91%高於資金成本3.29%亦表示具投資效益，回收期間則皆約13.92年。從風力發電設備經濟壽期分析，20年期間總收益安裝LVRT大於未安裝LVRT，其差異在於前者躉購費率較高所致，但每股收益與總投資報酬率相當。

社區風電合作社模式免徵所得稅下，同樣投資第4年即可產生盈餘發放股利，乃因前期提列折舊之故，圖3顯示社區風電合作社模式免徵所得稅盈餘發放採配股配息或配息未配股之

每年現金股利，配股配息之股利政策每年因配股以致現金股利發放數逐年上升，20年期間累積發放現金股利32,080元，期滿累積公積金為25,777元，清算每股返還8.83元；配息未配股之股利政策因未配股以致現金股利固定，20年期間累積發放現金股利16,356元，期滿累積公積金為41,501元，清算每股返還40.66元，又參照表6顯示投資總收益為57,857元，每股合計領取46.69元，總投資報酬率466.89%。

固然社區風電採合作社模式得以長期鎖定社區風電由社區居民及其利害關係人；但公司模式之期間總收益與總投資報酬率皆較合作社模式佳，是以未來如積極推動合作社模式恐須提高投資誘因，例如因合作社盈餘須提撥5%之公益金，故得於「再生能源電能躉購費率及其計算公式」提供更優惠的躉購費率，亦或由內政部、經濟部與財政部研議給予社區風電合作

表6 社區風電合作社模式免徵所得稅財務分析

	陸域風力未安裝LVRT	陸域風力安裝LVRT
淨現值(元)	3,528	3,589
內部報酬率(%)	3.91	3.91
回收期間(年)	13.92	13.92
發電成本(元/度)	2.01	2.03
總收益(元)	57,857	58,876
每股收益(元/股)	46.69	46.69
總投資報酬率(%)	466.89	466.88

(本研究整理)

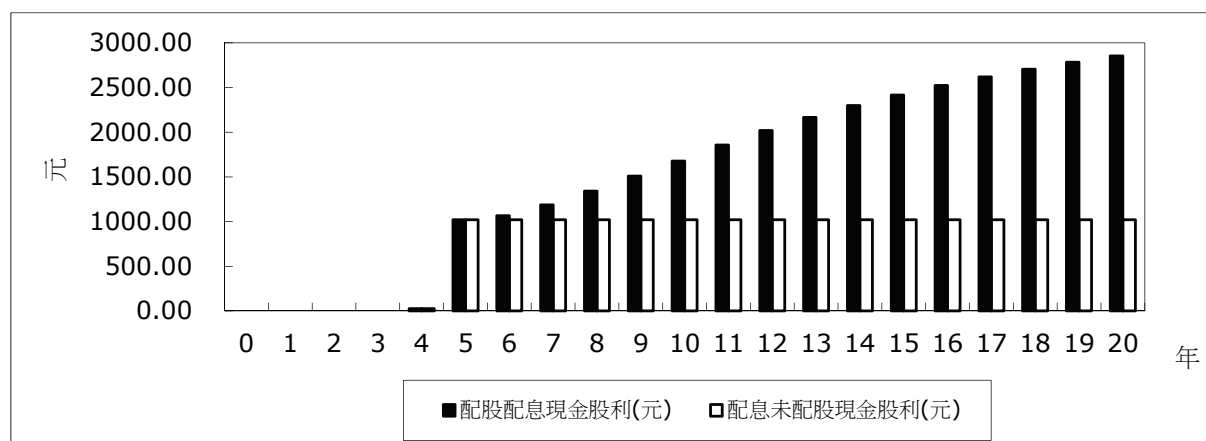


圖3 社區風電合作社模式免徵所得稅盈餘發放股利政策之現金股利(本研究繪製)

社盈餘免徵或減徵所得稅，如此更有助社區風電推廣。

此外，國內推廣社區風電如採合作社模式，其股份不得轉讓，如採公司模式又屬公開發行公司，其權益證券得於上市、上櫃、興櫃與創櫃等次級市場交易，本研究利用股利折現模型探討次級市場交易理論價格，其計算公式為：

$$P_{i,0} = \sum_{t=1}^T \frac{D_{i,t}}{(1+k)^t} \quad (1)$$

上式其中 $P_{i,0}$ 表示第 i 公司於評價時點 $t=0$ 之理論價格、 $D_{i,t}$ 表示第 i 公司第 t 年之現金股利、 T 表示風力發電經濟壽期為20年、 k 表示折現率(20年期政府公債殖利率)設1.62%，則此社區風電權益證券次級市場交易理論價格每股約35.96元，意即社區居民及其利害關係人可以經由次級市場交易溢價(市價-面額)之資本利得約25.96元。

4. 合作社模式應用於社區風電推動策略

再生能源乃全球因應溫室氣體排放導致氣候變遷的重要策略之一，全球風力發電技術成熟且國內風力資源秉賦優異，故應持續推廣，提高風力發電設置量，達到國家節能減碳目標。是以就合作社模式應用於社區風電推動策略分析如下：

(1) 提高財務誘因

依據「再生能源發展條例」，得經由「再生能源電能躉購費率審定會」審定「再生能源電能躉購費率及其計算公式」予以社區風電較佳或額外之再生能源電能躉購費率，亦或因合作社盈餘須提撥公益金，故得由內政部、經濟部與財政部共商研議給予社區風電合作社盈餘免徵或減徵所得稅，此外，政府如先行評選合適場址得降低社區風電先期規劃沉沒成本，亦或建立社區風電示範推廣計畫，透過示範獎勵

提供設備補助，亦得藉由此類財務誘因激勵社區風電發展。

(2) 加強宣導推廣

舉辦社區風電推廣說明會加強溝通亦辦理民意調查，增進社區居民及其利害關係人對社區風電的認識，進而展開行動。此外，經由媒合活動得建立風力發電業者、社區居民及其利害關係人彼此良好信任關係。

(3) 提供行政支援

由內政部與經濟部研擬社區風電母論公司制或合作社制所需之定型化組織章程，自發起至登記立案輔導成立社區風電。

(4) 增加融資管道

除提供社區風電優惠貸款利率外，亦得引進當地農漁會放款挹注提供社區風電或社區居民及其利害關係人所需融資資金來源。

針對上述第4點，若社區風電所需自有資本18%仍由社區居民及其利害關係人各自從農漁會貸款支應，假定貸款利率2%，其合作社模式下，以1 kW為基礎進行試算。表7表列社區居民及其利害關係人自有資本融資財務分析，對照表5合作社模式顯示陸域風力未安裝與安裝LVRT財務分析差異同樣不大，且毋論未安裝與安裝LVRT淨現值皆小於0表示不具投資效益，內部報酬率皆低於資金成本3.29%，表示不值得投資，回收年限則皆約15.67年。但後續從未安裝LVRT分析，圖4表示社區居民及其利害關係人自有資本融資盈餘發放採配股配息或配息未配股之現金股利，雖然與前揭相同投資第4年即可產生盈餘發放股利，但因社區居民及其利害關係人償還本利故第10年始產生正的現金收益，又參照表7顯示20年期間投資總收益為36,768元，每股合計領取26.03元，總投資報酬率260.25%。此一做法雖然收益較低，但是社區居民及其利害關係人毋須出資，或應更有助推廣社區風電。

表7 社區居民及其利害關係人自有資本融資財務分析

	陸域風力未安裝LVRT	陸域風力安裝LVRT
淨現值(元)	-4,123	-4,197
內部報酬率(%)	2.51	2.51
回收期間(年)	15.67	15.67
發電成本(元/度)	2.25	2.28
總收益(元)	36,768	37,415
每股收益(元/股)	26.03	26.02
總投資報酬率(%)	260.25	260.24

(本研究整理)

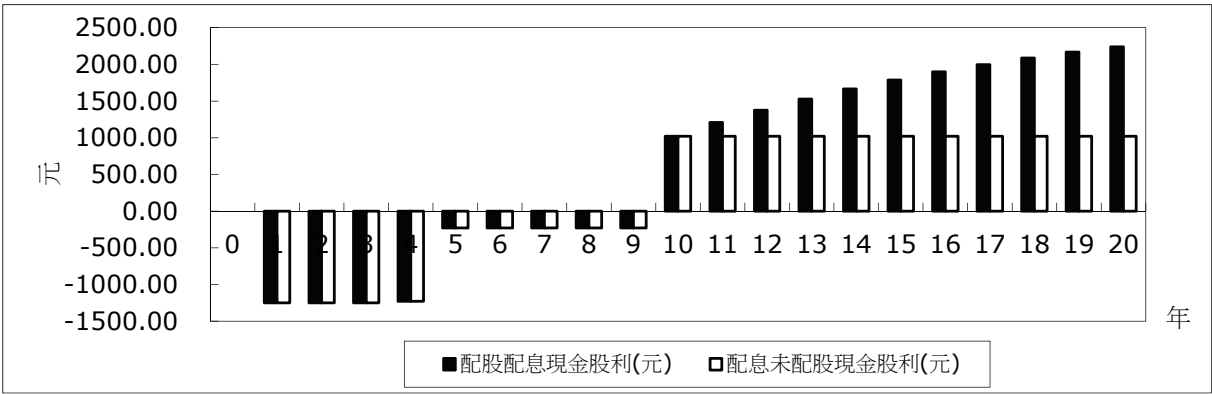


圖4 社區居民及其利害關係人自有資本融資盈餘發放股利政策之現金股利(本研究繪製)

社區風電有助外部成本內部化，得適度解決當前陸域風力土地取得及其低頻噪音、葉片炫影或公安意外等鄰避問題，亦得做為離岸風力漁業權補償問題參考，擴及太陽光電等助益於其他再生能源發展，且社區風電權益比例宜視鄰避距離遠近、土地所有權等因素給予不同利潤分配，又如本文前述地主權益的部分得予以承租租金納入運維成本，亦或地主得列為合作社理事、事務員及技術員享盈餘10%酬金的分配。

此外，社區風電推廣初期不須限制發展模式，毋論由公司制模式發行權益證券或債務憑證，亦或合作社制模式募集社股皆有助風力發電市場多元化參與，惟因合作社模式依「合作社法」相關規定得限定社員身分資格，且對再生能源教育宣導與改變使用傳統化石能源的習慣，具社會擴散效益，較符合社區風電的意義。

5. 結 論

雖然臺灣風力資源秉賦優異，但是因地狹人稠以致風場開發常因低頻噪音、葉片炫影或公安意外等鄰避問題，引發當地居民抗爭，因而延宕再生能源開發計畫，國外刻正積極推動社區風電之際，發現以合作社模式應用於社區風電，社員會試圖影響其他社員的行為，甚至改變傳統能源消費習慣，有助節能減碳，新的行為改變亦影響朋友、同事、家人產生社會擴散效應，其經營績效亦較以營利為目的企業組織佳。

又因本文定義社區風電乃由風力開發業者、社區居民及其利害關係人合資或由社區居民及其利害關係人獨資之電業。如採公司模式，「公司法」明文規定股份之轉讓，不得以章程禁止或限制，意即不易鎖定社區居民及其

利害關係人長期共利關係。而採合作社模式，依據「合作社法」則明文規定，章程應登記社員資格及入社、退社、除名之規定，意即得以鎖定社區居民及其利害關係人長期共利關係，惟風力開發業者如屬營利性質，不得為合作社社員，但得以委託營運方式參與社區風電。是以本研究延伸探討合作社模式應用於臺灣社區風電可行及其推動策略。

經財務可行性評估發現，陸域風力未安裝與安裝LVRT財務分析差異不大，故建議宜以明顯差異之躉購費率鼓勵安裝LVRT；合作社模式較公司模式單位投資收益低，究其原因乃合作社模式較公司模式增加稅後淨利提撥5%公益金所致。故建議為鼓勵社區風電發展，得提高財務誘因如合作社盈餘免徵或減徵所得稅、評選合適場址降低先期規劃沉沒成本、建立社區風電示範獎勵設備補助等，激勵社區風電發展。

合作社模式下，雖然盈餘發放採配股配息與配息未配股之期間總收益相當，考量通貨膨脹之購買力風險，仍建議盈餘發放宜採取配股配息之股利政策，加速社區居民及其利害關係人投資回收。至於社區風電發展仍應按社區居民及其利害關係人之土地所有權或鄰避距離予以不同權益比例，較能鼓勵直接受影響的社區居民及其利害關係人參與。

臺灣社區風電推動毋論採營利之公司模式或非營利之合作社模式，毋須修改現行法令即可推動。其中公司模式由風力開發業者發起募資參與社區風電，比較發行債務憑證與權益證券後，建議採發行債務憑證由社區居民及其利害關係人認購獲得固定收益之報酬，財務槓桿得極大化股東權益；定期還本付息，利於現金流量規劃，降低營運風險；經營決策受社區居民及其利害關係人干擾較小；資金成本較低且代理問題亦較小。雖然如屬公開發行公司，其外部監理機制較為健全，得以減輕資訊不對稱問題，投資人可能獲得次級市場交易之資本利得，但是因風力發電屬專案融資，故股權分散至非專業投資人，亦可能降低銀行授信意願。

社區風電於本文雖建議朝合作社模式推廣，但臺灣社區風電推廣初期不宜特別限制其模式，經由舉辦社區風電推廣說明會與媒合活動，增進社區居民及其利害關係人對社區風電的認識，建立風力發電業者、社區居民及其利害關係人之良好信任關係，毋論公司制模式發行權益證券或債務憑證，以及合作社模式募集社股皆有助風力發電市場多元化參與。

本研究結果除做為臺灣社區風電推動可行性及其策略參考，後續亦得應用於離岸風力發電漁業權補償機制，以及擴大應用於其他再生能源。

致 謝

本文研究承蒙經濟部能源局委辦經濟部研究機構能源科技專案「陸海域風力發電設置推動及技術研發計畫」(計畫編號103-D0107)之經費支應，以及張教授四立、陳教授斌魁、楊所長豐碩、蔡律師育盛、台灣電力股份有限公司、英華威風力發電集團、東元電機股份有限公司等於「臺灣社區風電推動之可行與策略研商座談會」提供寶貴建言，方得以順利完成，特此誌謝。

參考文獻

- 經濟部能源委員會，1999。新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告。
- Gessinger, G., 1997, "Lower CO₂ emissions through better technology," *Energy Convers Manage*, 38, 25-30.
- ICA, 2014, Co-operative identity values and principles. retrieved from <http://ica.coop/en/whats-co-op/co-operative-identity-values-principles>
- Rogers, E. M., 2003, *Diffusion of Innovations*, fifth ed. Free Press, New York, NY.
- Sørensen, H. C., Hansen, L. K., Larsen, J. H. M,

- 2002, Middelgrunden 40 MW offshore wind farm Denmark-lessons learned. Orkney, UK:Renewable Realities-Offshore Wind Technologies; October 2002.
- Subbarao, S., Lloyd, B., 2011, "Can the clean development mechanism, CDM deliver?," *Energy Policy*, 39, 1600-1611.
- Svenson, J., Larsen, J. H., 2008, 8 years O&M experience from Middelgrunden Offshore Wind Farm, Brussels. In:Proceedings of the European Wind Energy Conference, EWEA.
- Viardot, E., 2013, "The role of cooperatives in overcoming the barriers to adoption of renewable energy," *Energy Policy*, 63, 756-64.

Driven Feasibility and Strategic of Cooperative for the Community Wind Power in Taiwan

Ting-Huan Chang^{1*} Kuan-Yu Chen² Fang-Chi Lee³
Chieh-Hui Hsu² Ssu-Yuan Hu⁴ Wei-Hsien Lu⁵

ABSTRACT

Taiwan is a narrow land with a high population density. Development of wind resources easily incurs not-in-my-backyard (NIMBY) objections because of low-frequency noise, shadow flickers, and public safety accidents. Community wind power can address possible conflicts resulting from NIMBY through local resident participation. In this study, community wind power was defined as joint-venture electricity companies among wind power developers, community residents, stakeholders, and sole proprietorship by community residents and stakeholders. Research has shown that adopting a cooperative model limits the transfer of shares and maintains a long-term mutually beneficial relationship between community residents and stakeholders. Wind power developers who operate businesses for profit cannot be members of a cooperative society; however, these developers can participate in community wind power through contracted operations. In addition, because the rate of return of the cooperative model is lower than that of the corporate model, this study suggested that governments promoting community wind power should increase financial incentives, enhance promotional propaganda, provide administrative support, increase financial channels, and provide land ownership or offer equity ratios according to the NIMBY distance to encourage resident participation. Moreover, although the cooperative model was a recommended model for Taiwanese community wind power, both the corporate and cooperative models helped diversify participation in wind power markets. If in a corporate model, wind power developers raise funds as a method to participate in community wind power, they should issue debt obligations that community residents and stakeholders can invest to obtain constant returns. The results of this study can be used as references for promoting community wind power in Taiwan and relevant strategies. In addition, the results can be applied to an offshore wind power compensation mechanism for fishing rights and be extended to other renewable energy sources.

Keywords: Renewable energy, Wind power, Community wind farm, Cooperative, Financial assessment

¹ Associate Professor, Department of Finance, Mingdao University

² Researcher, Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute

³ Assistant Administrator, GEL, ITRI

⁴ Senior Engineer, GEL, ITRI

⁵ Senior Engineer and Manager, GEL, ITRI

* Corresponding Author, Phone: +886-4-8876660 ext.7714, E-mail: ctingh@gmail.com

Received Date: December 10, 2014

Revised Date: April 20, 2015

Accepted Date: May 11, 2015